461形

スィーブ ジェネレータ

取扱説明書

菊水電子工業株式会社

承認

校正

作成

仕様番号

S-702251

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目次

頁

1. 概説　3

2. 仕様　4

3. 使用法　6
  - 3.1 パネル面の説明　6
  - 3.2 背面パネルの説明　8
  - 3.3 応用　10

4. 動作原理　13
  - 4.1 構成　13
  - 4.2 発振原理　15
  - 4.3 周波数の電圧制御　17
  - 4.4 タイムベース発振器　18
  - 4.5 逆対数変換器　20

5. 保守　22
  - 5.1 内部の点検　22
  - 5.2 配置　22

図表 1　VCG LOG　周波数／電圧特性
図表 2　VCG LINEAR　周波数／電圧特性

菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
承認　・　・
校正　・　・
NP-32635 B　7105100・50 SK 11
作成　年月日　・　・
仕様番号　S-702252

1. 概説

菊水電子461形スィープジェネレータはレンジスィッチを切換えることなく、20Hz～20kHz（1000倍）の可変範囲をもつ電子掃引式の発振器で、正弦波、三角波、方形波を任意に選択して取りだすことができます。

周波数可変の方法は、手動によりダイアルを使用して可変できるだけでなく外部信号による制御も可能であるため、電圧制御発振器としても利用できます。

この制御電圧と発振周波数の関係は2通りの関数関係が本器では得られます。一つは制御電圧と発振周波数が一次の比例で示され、他は発振周波数の対数と制御電圧の関係が比例になります。

スィープ発振器の繰返し周波数は0.01sec～100sec間を連続的に変化させることができ、スィープの下限値と上限値を20Hz～20kHz間、任意にセットして希望のスィープ幅を得られます。

外部にオシロスコープまたはX－Yレコーダを接続して周波数測定の自動化を考慮してタイムベースの出力を背面パネルに備えています。

本器は以上述べましたように一般の発振器として使用できるばかりでなく、電圧制御発振器、スィープジェネレータ、関数発生器として利用し、オーディオ増幅器の周波数特性試験、フィルタの特性測定、FM信号源、音響、振動試験など各種の試験および測定にきわめて広範囲の応用面を持つものです。

2. 仕様

発振モード	1. ダイアルによる手動周波数可変	
	2. VCG：外部電圧による周波数制御	
	ログ及びリニアー	
	3. 内蔵　タイムベースによるスィープ，ログおよびリニアー	
発振周波数	20Hz ～ 20kHz	
ダイアル目盛	ほぼ　等比間隔　20Hz ～ 20kHz	
確度	5％ ＋ 5Hz	
周波数安定度	電源電圧の±10％変動に対して±0.5％以下	
出力波形	正弦波，　三角波，　方形波	
最大出力開放電圧	20Vp-p 以上	
出力インピーダンス	600Ω ±20％	
振幅安定度	電源電圧の±10％変動に対して±0.5％以下	
周波数特性	1kHz に対して	±0.3dB以下
歪率	20Hz ～ 50Hz	2％以下
	50Hz ～ 20kHz	1％以下
制御可能周波数範囲	20Hz ～ 20kHz	
制御電圧	約＋10mV ～ ＋10V	
入力周波数範囲	DC ～ 2kHz	
タイムベース繰返し周期	0.01sec ～ 100sec	
レンジ	0.01sec ～ 0.1sec，　0.1sec ～ 1sec	
	1sec ～ 10sec，　10sec ～ 100sec	
確度	3％	
スィープ可能周波数	20Hz ～ 20kHz	
同期出力	−10Vpeak 以上	
パルス幅	5μsec 以下	
スィープ同期出力	−10Vpeak 以上	
パルス幅	5μsec 以下	

タイムベース出力		10Vpeak	
波形		鋸歯状波	
電源	100V	50/60Hz	約23 VA
寸法	200(W)×140(H)×390(D)mm		
(最大部)	200(W)×155(H)×450(D)mm		
重量			約5.1 kg
付属品		取扱説明書	1
		941B端子アダプタ	1

3. 使　用　法

3.1 パネル面の説明（第3－1図を参照して下さい。）

① **POWER**　プッシュ式の電源スイッチで押してロックされた状態で電源が入り，パイロットランプが点燈し動作します。
本器には回路安定化用のオーブンを使用していますので，とくに周波数精度を要求する場合は約30分以上の予熱時間をとって下さい。

② **MODE**　周波数可変方法のモードスイッチで，VCG(LOG,LINEAR) DIAL，SWEEP(LOG,LINEA)を用途に応じて選択します。

- **VCG LOG LINEAR**　この位置にモードスイッチをすると，LOGでは発振周波数の対数と，入力電圧が比例し，LINEARのときは正比例して発振周波数を外部の電圧で制御することができます。
- **DIAL**　ダイアルによって周波数を変化させる場合はこの位置にします。
- **SWEEP LOG LINEAR**　スィープ発振器として使用する場合で，LOGでは発振周波数の対数が時間に対して比例し，LINEARでは周波数が比例します。

③ **VCG INPUT**　発振周波数を外部電圧で制御するときに用いるVCGの入力端子で，0V～+10Vの電圧変化によって1000倍の周波数可変が得られます。

④ **DIAL**　発振周波数連続可変用のダイアルで時計回転方向で周波数が増加します。
またMODEスイッチがVCGのときはダイアルは制御回路から切り離され，SWEEPのときはスィープ幅の下限周波数の設定ダイアルとなります。

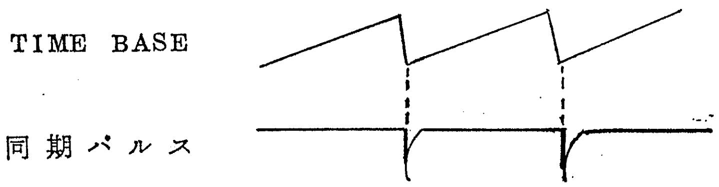
⑤ **FUNCTION**　出力波形の切換ツマミで正弦波（∿）三角波（∧）および方形波（⎍）を選択することができます。

⑥	OUT PUT	出力電圧可変用のツマミで，時計回転で出力電圧が増加し，無負荷で20Vp−p，600Ω終端で10Vp−p以上取りだせます。 出力端子はこのツマミの下方にあるUHF形レセプタクルで，金属ターミナルはレセプタクルの外周と電気的に接続されています。 またこの金属ターミナルはケースより直流的にフローティングされています。
⑦	SWEEP TIME	スィープの繰返し周波数選択用のレンジツマミです。
⑧	VARIABLE	⑦で設定したレンジ間を連続可変するツマミです。
⑨	SWEEP WIDTH	スィープ幅を設定するツマミで，④のダイアルの周波数にこのツマミ目盛の定数を掛け合せた数字が，スィープ幅の上限周波数となります。 ただし，SWEEP LOGの場合は外周の目盛を，SWEEP LINEARのときは内側の目盛を適用し,目盛はダイアル 20 Hzの位置で校正してあります。
⑩	UPPER FREQ CHECK	このプッシュスイッチを押してロックしますと，スィープはスィープ幅の上限で停止します。 このスイッチを使用しますと，周波数上限に固定することができますので，外部に周波数カウンタ等を接続しますと校正が容易に行なえます。

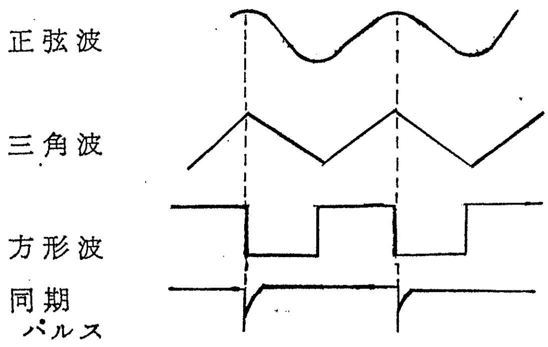
3.2 背面パネルの説明（第3－2図を参照して下さい。）

⑪ **TIME BASE OUT PUT**　MODEスイッチをSWEEPにした時SWEEP TIMEで設定した時間に同期した鋸歯状波がこの出力端子より得られます。この端子は外部にオシロスコープ，X－Yレコーダなどを使用して周波数特性を直視する際に利用できます。

⑫ **SWEEP SYNC OUT PUT**　スィープの繰返し周波数（0.01sec ～ 100sec）に同期したパルスで，オシロスコープの外部トリガ端子に接続して利用するものです。

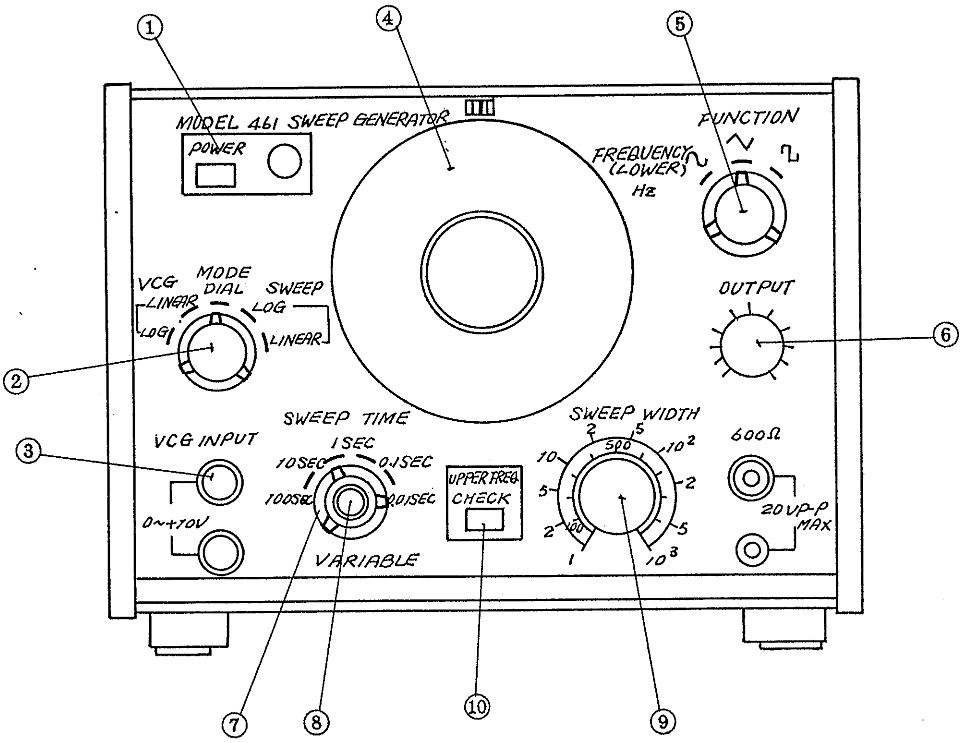


⑬ **SYNC OUT PUT**　この同期パルスは出力端子から得られる正弦波，三角波の正の最大点，方形波の立下りに同期した信号です。

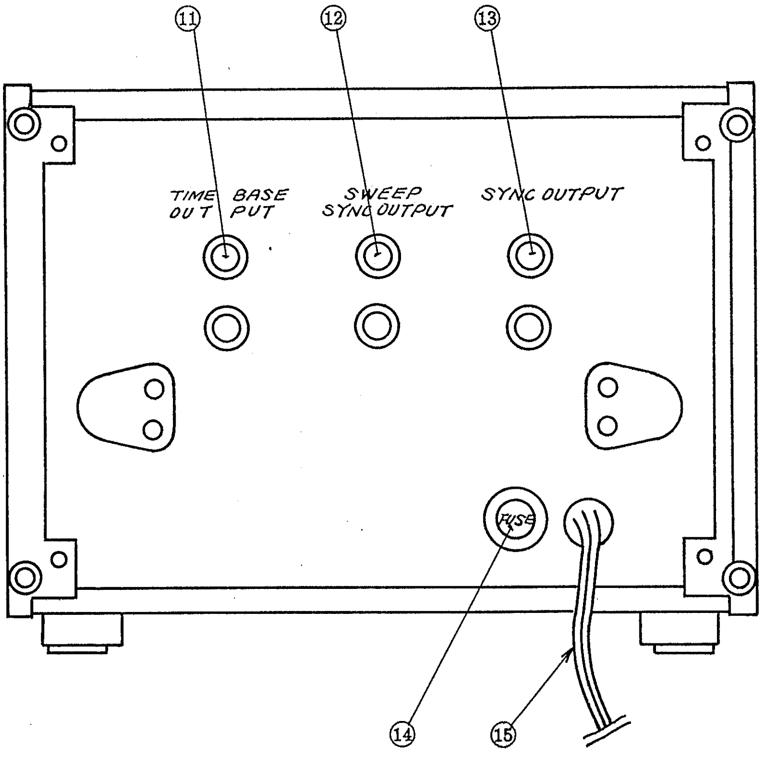


⑭ **FUSE**　AC電源100Vに入っているヒューズで，定格0.5 A のものを使用しています。

⑮ **電源コード**　AC100V 50／60Hzに接続して使用します。


①
④
⑤
MODEL 461 SWEEP GENERATOR
POWER
FUNCTION
FREQUENCY (LOWER) Hz
OUTPUT
⑥
VCG
MODE DIAL
SWEEP
LINEAR
LOG
LOG
LINEAR
②
SWEEP TIME
VCG INPUT
③
1SEC
10SEC
0.1SEC
100SEC
0.01SEC
0~+10V
VARIABLE
UPPER FREQ CHECK
SWEEP WIDTH
2
5
500
10
10^2
5
2
100
2
5
1
10^3
600Ω
20VP-P MAX
⑦
⑧
⑩
⑨

前面パネル　　第３－１図


⑪
⑫
⑬
TIME BASE OUT PUT
SWEEP SYNC OUTPUT
SYNC OUTPUT
FUSE
⑭
⑮

背面パネル　　第３－２図

菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
承認
校正
作成
年月日
仕様
番号　S—

3.3 応　用

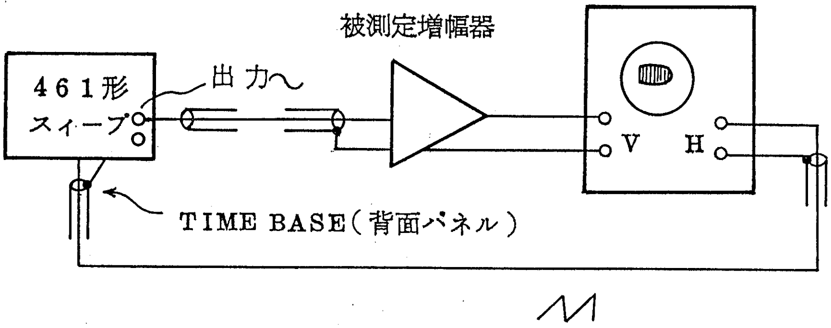
本器の応用は非常に広範囲にありますが，ここではその基本的なものを掲げることにします。

1　200Hzから20kHzまでの区間を繰返し周期1秒でログ スィープ する場合

1. MODEスイッチをSWEEP LOGに切換えます。
2. SWEEP TIMEのスイッチを1－10secに換えVARIABLEのツマミを時計方向に最大にします。
3. ダイアルFREQ（LOWER）の目盛を200Hzに合せます。
4. SWEEP WIDTHのツマミを外周目盛の10^2に合せます。
（20kHz／200Hz ＝ 10^2）
5. ここで上限および下限を正確に合わせたいときは発振器の出力に周波数カウンタを接続して，まずDIALに一度切換下限をダイアルでセットし，次にSWEEP LOGにして，UPPER FREQ CHECKのスイッチをロックして上限周波数を合せます。

2　繰返し周期を0.1secにして5kHzから10kHzをスィープして，外部オシロスコープの水平を周波数軸として，垂直には被測定増幅器の周波数特性を直視する場合

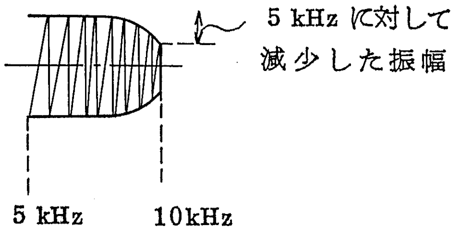
1. MODEスイッチ，SWEEP TIME，ダイアル（LOWER），SWEEP WIDTHなど 例 1 に従って合せます。
2. 本器，オシロスコープ，および被測定増幅器は第3－3図のように接続します。
3. オシロスコープの垂直感度は増幅器の出力電圧に応じてレンジを設定します。水平軸は外部入力端子に切換え，感度はタイムベースの出力電圧0～＋10Vでブラウン管上に希望に合わせて振れるように調整します。いまオシロスコープの感度を2V/cmにセットすると5cmのトレースが得られます。


被測定増幅器
461形
スィープ
出力～
TIME BASE（背面パネル）
V
H

第３－３図

4. 観測される波形は被測定増幅器が１０kHz において，振幅が６dB 減少する特性であれば第３－４図のように振幅は約 ½ になります。

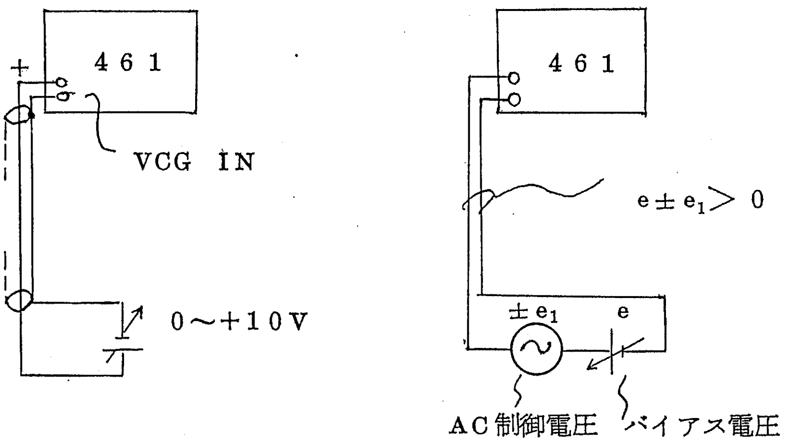
5. スィープのMODEスイッチがLOGになっているときは５kHz ～ １０kHz 間は対数的に周波数が変化し,LINEARの場合は直線的になります。


５kHz に対して
減少した振幅
５kHz
１０kHz

第３－４図

3　外部電圧で発振周波数を約１kHz から １０kHz まで制御するとき

1. MODEスイッチをV.CG LOG また LINEARに切換えます。
   LOGおよびLINEARにおける発振周波数と制御電圧との関係は，巻末の図表１，２に示してあるようになります。
2. 制御電圧はLOGでは０V～＋１０Vが２０Hz～２０kHz に対応し，LINEARでは＋１０mV～＋１０Vが２０Hz～２０kHz にそれぞれ対応します。
   また制御電圧の電源インピーダンスは１０kΩ以下にして下さい。
3. 代表的な接続方法は第３－５図に示すようになります。
4. 制御電圧が交流で電圧が正負に変化するような場合は，制御電源に直列に定電圧電流を接続して，実質的に制御入力端子が負にならないようにします。
   (b)図はその例を示します。


+
461
VCG IN
0〜+10V
461
e ± e_1 > 0
± e_1
e
AC制御電圧
バイアス電圧

(a) (b)

第3－5図

5. 本例ですと1 kHzから10 kHzに制御したいのですから，図表1および図表2を使用して，下記の上限および下限の対応電圧

LOG
1 kHz → 約 5.65 V
10 kHz → 約 9.0 V

LINEAR
1 kHz → 500mV
10kHz → 5.0 V

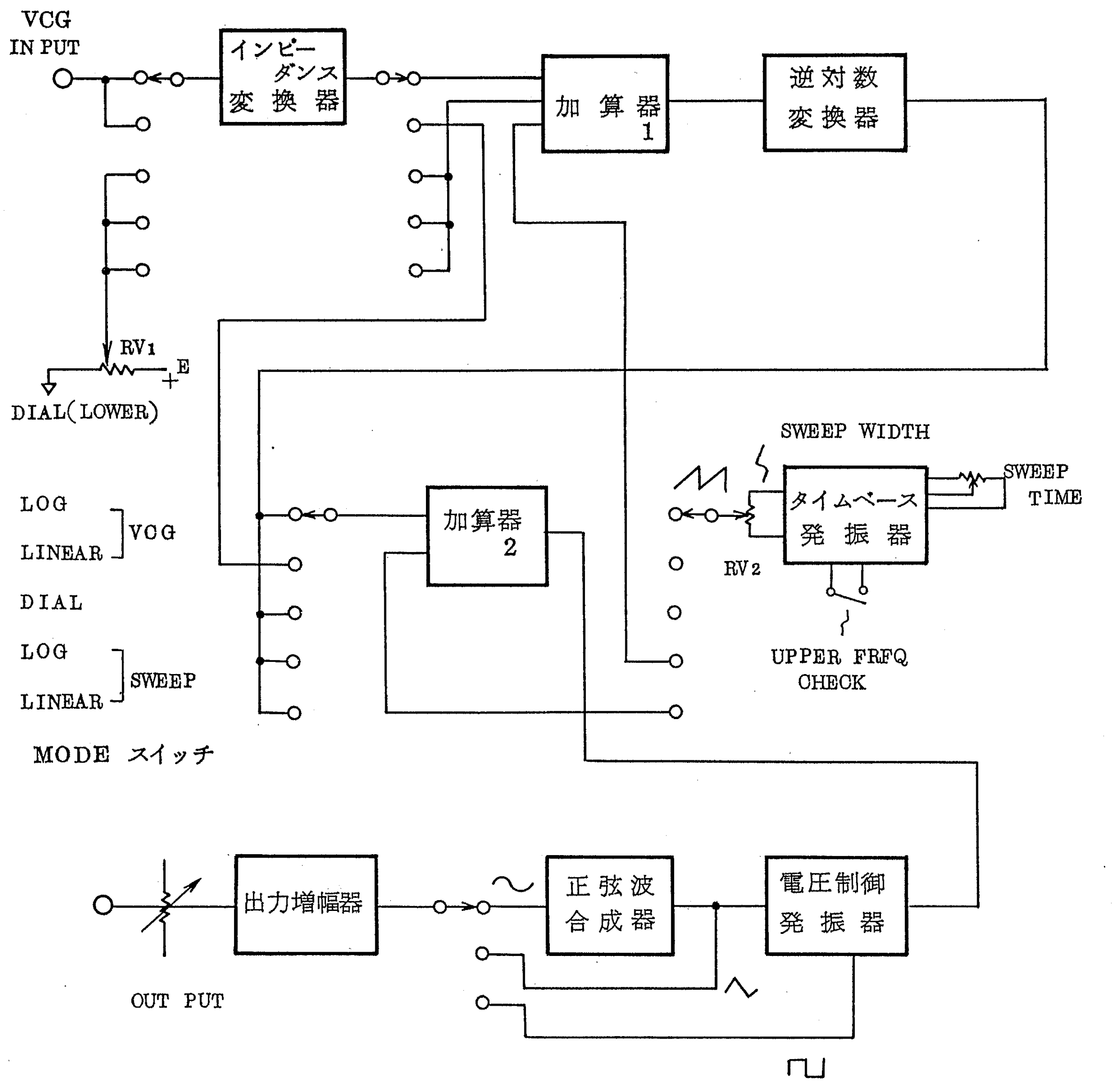
を求めます。

6. さらに精度を要求する場合は発振周波数を周波数カウンタで制御電圧をデシタルボルトメータで校正を行ないます。

4.　動作原理

4.1　構成

本器の基本的な構成は，第4－1図に示してあるようにインピーダンス変換器，加算器，逆対数変換器，タイムベース発振器，電圧制御発振器，正弦波合成器，および出力増幅器より成り立っています。　基本的な動作のモードは，


VCG
IN PUT
インピーダンス変換器
加算器 1
逆対数変換器
RV1
E
+
DIAL(LOWER)
SWEEP WIDTH
SWEEP TIME
タイムベース発振器
RV2
UPPER FRFQ CHECK
加算器 2
• LOG
• LINEAR
VCG
• DIAL
• LOG
• LINEAR
SWEEP
MODE スイッチ
出力増幅器
正弦波合成器
電圧制御発振器
OUT PUT

第4－1図

MODE スイッチの選択により，VCG(LOG，LINEAR)，DIAL，および SWEEP(LOG，LINEAR)が得られます。

- **VCG LOG**

この位置ではVCG INPUT端子に加えられた電圧に対して，発振周波数の対数が比例します。この端子に加えられた電圧はインピーダンス変換器，加算器(1)，逆対数変換器，加算器(2)を通過して電圧制御発振器に達して発振周波数が制御されます。ここでは加算器は外部よりの信号だけで他の加算入力はありません。

- **VCG LINEAR**

上記の信号伝達上の差異は逆対数変換器のみを通過しないだけで，その他は同じになります。

- **DIAL**

ダイアルで手動可変するときはこの位置にスイッチを切換えます。ダイアル目盛を等比間隔にするためVCG LOGの場合と同様に逆対数変換器を使用します。VCG LOGのときと対比させますと，外部より信号を加える代りに本器の内部の基準電圧をポテンショメータRV_1で分割し，インピーダンス変換器に加えます。このRV にダイアルが直結しています。

- **SWEEP LOG**

このモードでは発振周波数の対数が時間に比例し，タイムベース発振器の繰り返し周期でスィープが行なわれます。ダイアルはこの状態ではスィープ周波数の下限を決定します。この下限はポテンショメータRV_1で設定された電圧で，加算器(1)にタイムベースよりRV_2で分割された鋸歯状波と共に，加算[illegible]算が行なわれ，以下逆対数変換器を経て電圧制御発振器への制御信号となります。

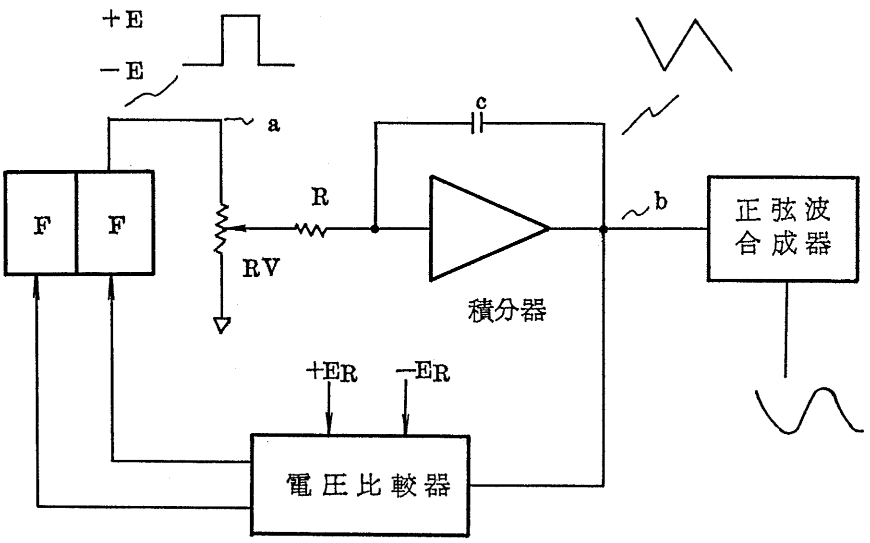
- **SWEEP LINEAR**

この位置では発振周波数は時間に比例したスィープを行ないます。繰返し周期はSWEEP LOGの場合と同様になります。RV_1で設定された電圧はインピーダンス変換器，加算器(1)，逆対数変換器を通り，加算器(2)でタイムベース発振器の出力と加算され，電圧制御発振器に入ります。

菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
承認　・　・
校正　・　・
作成　年月日　・　・
仕様番号　S－702265

4.2　発振原理

第4－2図は本器の発振原理の基本的なブロックダイアグラムを示したもので，構成はフリップフロップ，積分器，電圧比較器および正弦波合成器から成っています。



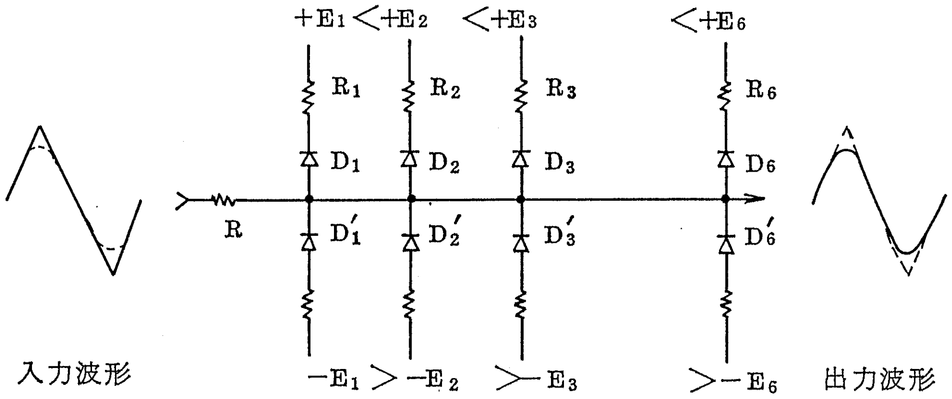
第4－2図

次に第4－2図の動作を述べます。いま電源を入れた初期条件としてフリップフロップのa点における電位が－Eにあり，コンデンサCの電荷が零であったとすると，積分器の出力b点の電圧は0Vより正の傾きをもって上昇していきます。上昇した値があらかじめ電圧比較器で設定された電圧$+E_R$になると，比較器よりトリガ信号が発生してフリップフロップを反転させ，フリップフロップのa点は＋Eに変ります。

したがってこの反転動作が行なわれると，積分器の出力点bは$+E_R$から降下していき，$-E_R$に達すると電圧比較器が動作してフリップフロップを再びもとにもどしa点は＋Eになります。
これら一連の動作が順次行なわれて発振が継続します。

この発振方法によるとフリップフロップのa点からは方形波，積分器の出力bからは三角波が得られます。正弦波は積分器より得られる三角波を利用し正弦波合成器で発生します。

第4－3図はその原理を示したもので，ダイオードD_1～D_6，D_1'～D_6'をそれぞれ図のように接続し，各ダイオードには正弦波合成の際の折線の近似が最適になるように，おのおの重みづけをした抵抗が直列に入り，折線の点を決定するバイアス電圧$\pm E_1$～E_6が印加してあります。


$+E_1 < +E_2 \quad < +E_3 \quad < +E_6$
R_1
R_2
R_3
R_6
D_1
D_2
D_3
D_6
R
D_1'
D_2'
D_3'
D_6'
$-E_1 > -E_2 \quad > -E_3 \quad > -E_6$
入力波形
出力波形

第4－3図

三角波の入力の瞬時値eが$0 < e < +E_1$のときは，全ダイオードはオフしていますから，入力波形は傾きが変わらず出力にそのまま現われます。つぎに$+E_1 < e < +E_2$になるとD_1がオンして出力の傾きは入力波形の$R_1/(R_1+R)$に減少し，さらにD_3，D_4がオンになると，R_2，R_3が引きつづき並列に入り，出力の傾きは入力に対してますますゆるやかになっていきます。
負の電圧に対しても同様にD_1'よりD_6'まで順次オン状態となっていきますので，出力には折線近似された正弦波が得られます。

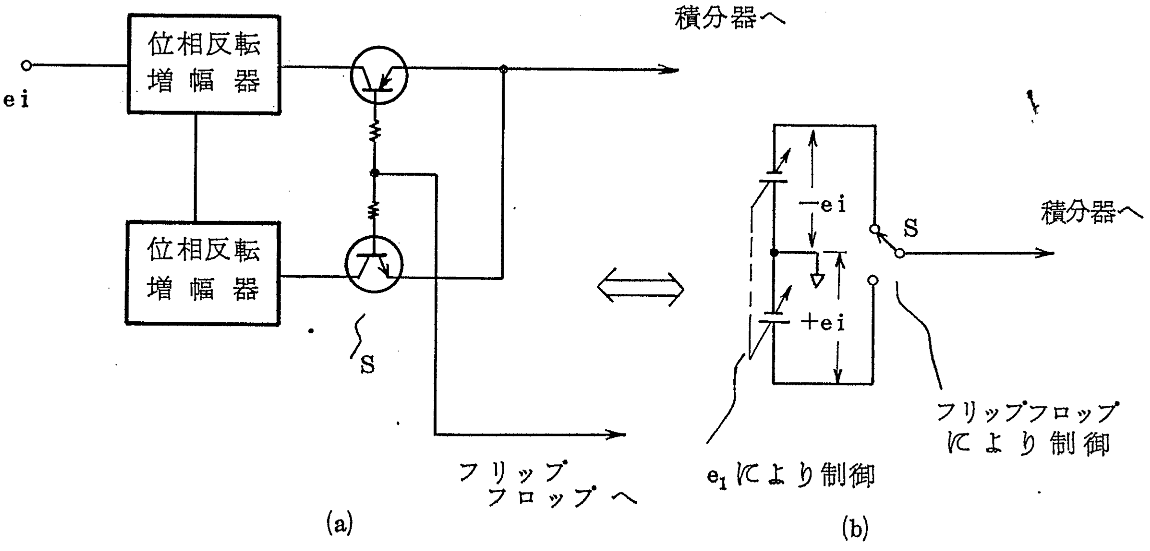
4.3　周波数の電圧制御

第4－2図において発振周波数を考えて見ますと，いまポテンショメータの中点の電圧を±eiとし，積分器に接続されている抵抗をR，コンデンサをC，電圧比較器の設定電圧を±ERとすると，　発振周波数 f は，

$$f = \frac{1}{2ER\,RC} \cdot ei \qquad (4-1)$$

となります。ここでER・R・Cを一定としてeiを可変すれば，発振周波数 f はeiに比例することがわかります。

eiの電圧は絶対値の等しい正負どちらかの値をとり原理図は第4－4図に示してあります。


ei
位相反転増幅器
位相反転増幅器
積分器へ
S
フリップフロップへ
−ei
+ei
S
積分器へ
e1により制御
フリップフロップにより制御

(a)　(b)

第4－4図

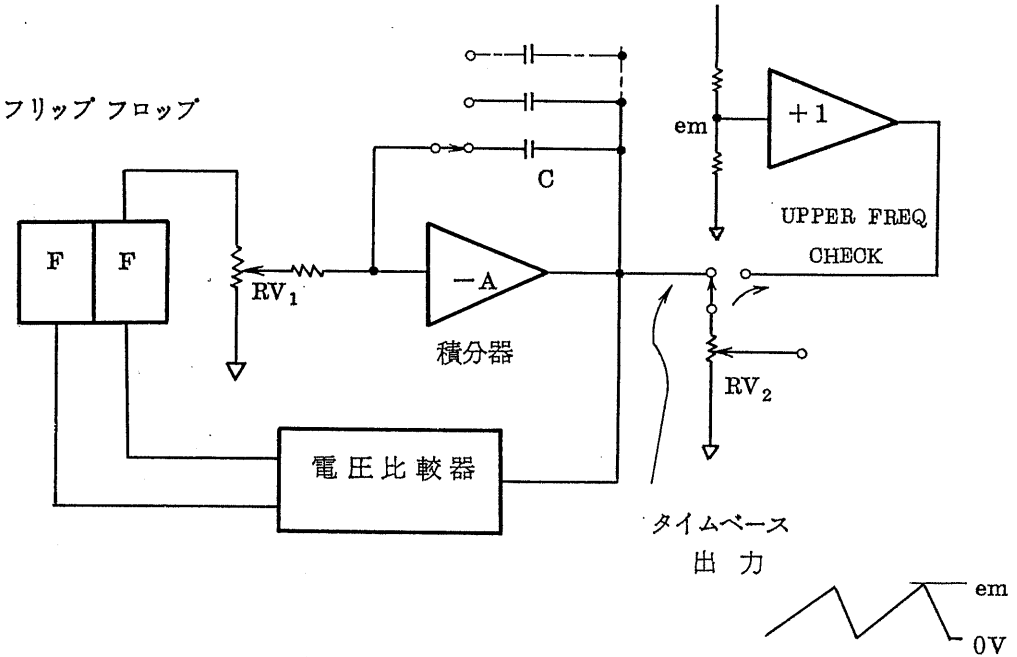
第4－4(b)図は(a)図の等価回路を示したもので，スイッチSは積分器の出力を電圧比較器で比較し，その状態に応じて切換えられます。

積分器に加えられる電圧は e_1 を位相反転増幅器を使用して絶対値の等しい正負の電圧を得ます。

(a)図ではスイッチSにNPNおよびPNPトランジスタを用いて電子スイッチを作り，ベースをフリップフロップで制御してスイッチ切換を行なっています。

4.4　タイムベース発振器

タイムベース発振器は繰返し周期0.01sec～100secの鋸歯状波を発生し電圧制御発振器への掃引信号となるもので，その構成は第4－5図に示してあります。


フリップ フロップ
F
F
RV_1
C
−A
積分器
em
+1
UPPER FREQ
CHECK
RV_2
電圧比較器
タイムベース
出力
em
0V

第4－5図

この発振器の原理は4.2項で述べたものと同じですが，鋸歯状波を得るために，フリップフロップの出力電圧の絶対値を非対称にしています。
発振周波数のレンジ切換は積分器の入力と出力間に接続されているコンデンサCを切換え，レンジ内の連続可変はRV_1により行なっています。

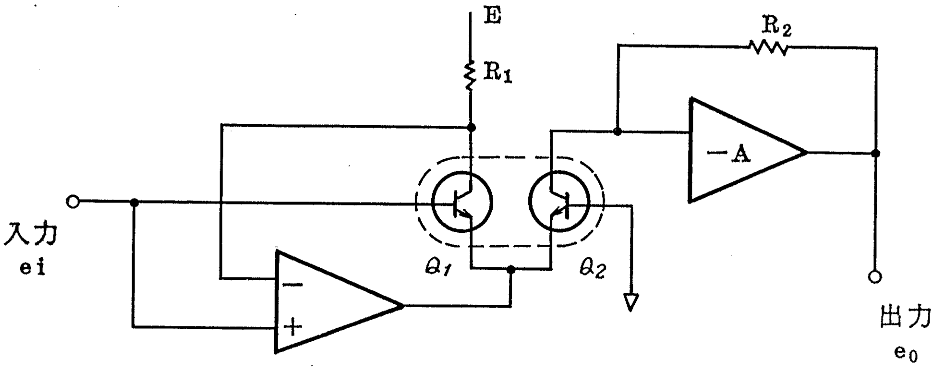
掃引幅を決定するSWEEP WIDTHは鋸歯状波の出力にあるRV_2でその振幅を変化させて，電圧制御発振器の入力電圧を調整します。

第４－５図にある，スィープの上限周波数を設定するUPPER FREQ CHECKは正確に鋸歯状波電圧の最大値emに合せた直流電圧を出力に取りだすものです。すなわち，この直流電圧で発振している周波数が鋸歯状波の最大値における発振周波数と等しくなり，上限周波数の校正ができます。

菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
承認
校正
作成
仕様
S－

4.5　逆対数変換器

入力電圧に発振周波数が比例する電圧制御発振器を発振周波数の対数が入力電圧に比例する機能を持たすためには，逆対数変換器が必要となります。
本器ではこの変換器を第4－6図に示したような構成を採用しています。



第4－6図

逆対数を得る非線形の素子として，ここではトランジスタのベース・エミッタ間電圧とトランジスタに流れる電流関係を利用しています。トランジスタのコレクタ電流をIc とし，ベース・エミッタ間電圧をVbe，飽和電流をIs とすると，

$$Ic = Is\ e\times P\left(\frac{qVbe}{KT}\right) \qquad (4-2)$$

となります。Q_1 と Q_2 に同じ特性のトランジスタを図のように用いると，トランジスタQ_2 のコレクタ電流 Ic_2は次のようになります。

$$Ic_2 = Ic_1\ \ e\times P\left(\frac{-q}{KT}\ Vbe\right) \qquad (4-3)$$

（4－3）式でIc_1を電圧E，およびR_1を一定にして固定しますと，入力・出力の電圧特性は，

$$e_0 = E\frac{R_2}{R_1}\ e\times P\left(\frac{-q}{KT}\ Vbe\right) \qquad (4-4)$$

となり，入力0VでE$\frac{R_2}{R_1}$の電圧が発生し，入力を増加すると共に指数関数的に電圧が減少します。

本器では上記しました回路の前段において，ゼロシフトした反転増加器を使用し，入力電圧と発振周波数の対数が比例するよう設計されています。

またこの変換器には特性のそろったトランジスタをさらに安定化させるため恒温そうを使用しています。

5. 保　守

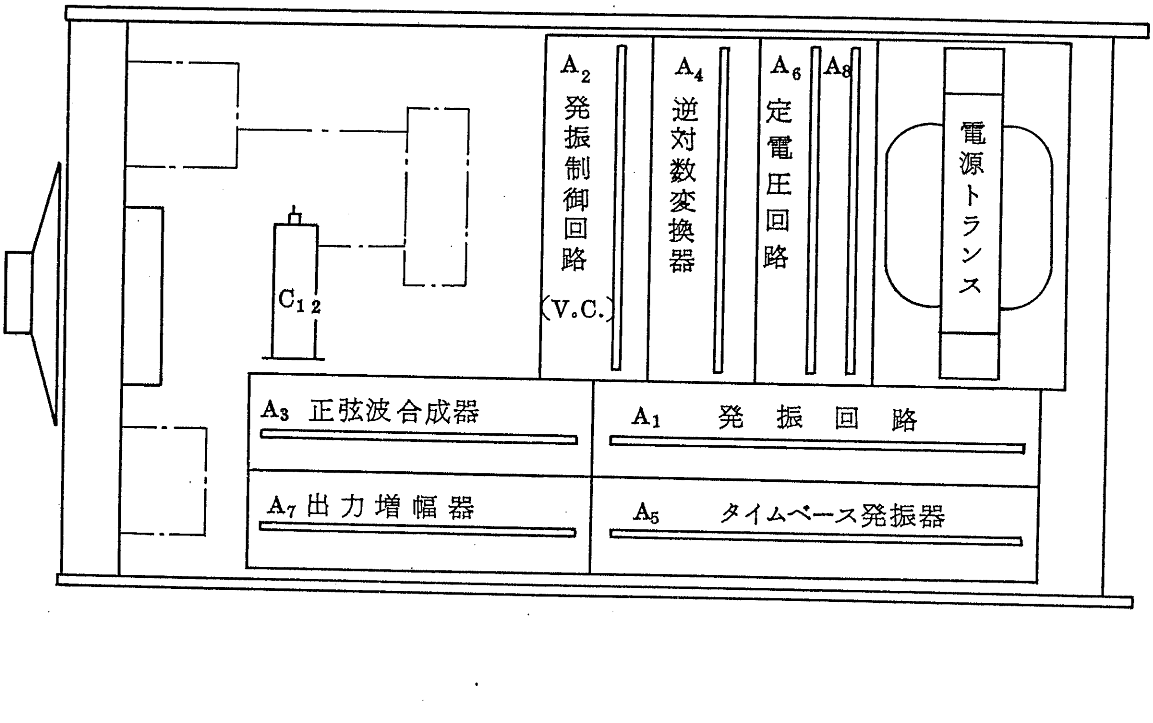
5.1 内部の点検

背面の四隅にあるネジをはずし足を取除いて，両側面板，上面板および底面板を後方に静かに引きだすと，内部の点検ができます。

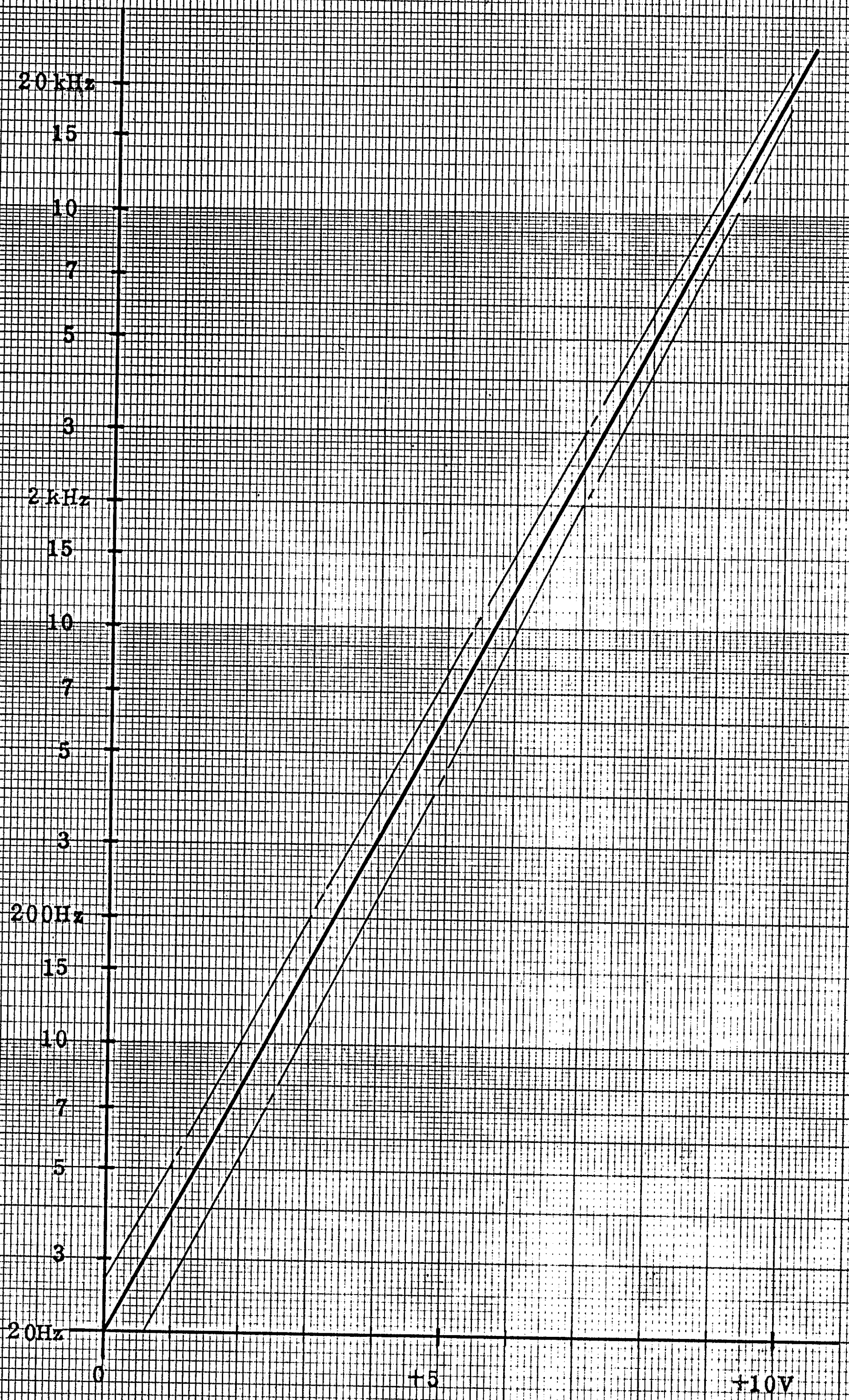
なお後面板の足をはずした状態で取手を持ちパネル前面を下へ傾けると，上面板がケースフレームからはずれることがありますのでご注意下さい。

5.2 配　置

第5－1図に本器の主な部品配置を示してあります。

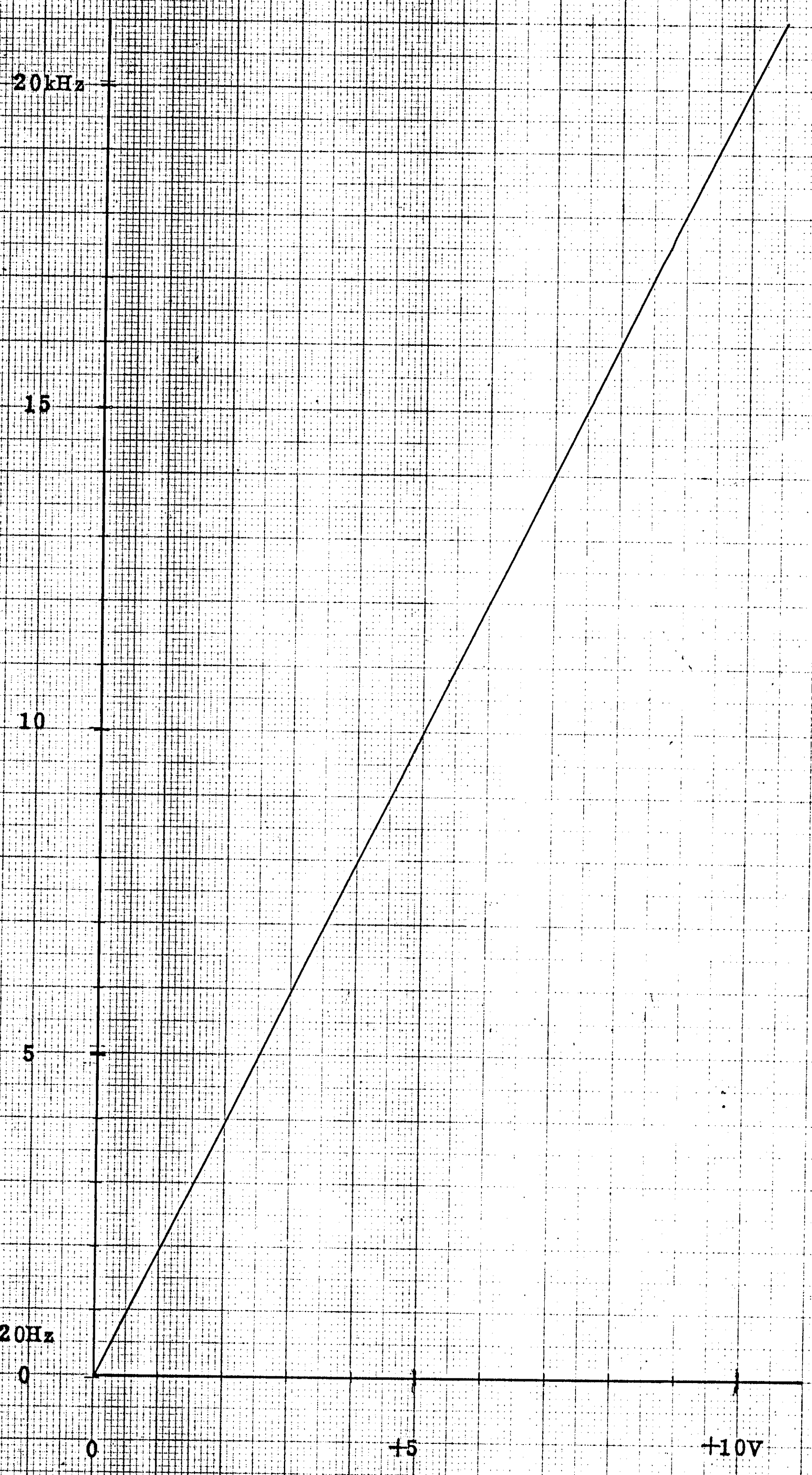

A2 発振制御回路 (V.C.)
A4 逆対数変換器
A6 定電圧回路
A8
電源トランス
C12
A3 正弦波合成器
A1 発振回路
A7 出力増幅器
A5 タイムベース発振器

VCG LOG　周波数／電圧特性　　図表 1



JIS-A4　片対数方眼紙　コクヨ
S−702273

VCG LINEAR 周波数／電圧特性　図表 2



JIS A4 180×250mm

S-702274